

Marcos Maciel Maba

**REVISÃO BIBLIOGRÁFIA: BASES FISIOLÓGICAS E DADOS SOBRE A
INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF)**

Curitibanos

2018

Marcos Maciel Maba

**REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: BASES FISIOLÓGICAS E DADOS SOBRE A
INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF)**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador: Giuliano Moraes Figueiró.

Curitibanos

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Maba, Marcos Maciel

REVISÃO BIBLIOGRÁFIA: BASES FISIOLÓGICAS E DADOS SOBRE A
INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF) / Marcos
Maciel Maba ; orientador, Giuliano Moraes Figueiró, 2018.
33 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Medicina Veterinária,
Curitibanos, 2018.

Inclui referências.

1. Medicina Veterinária. 2. Reprodução Bovina. 3.
Fisiologia da Reprodução. 4. IATF. 5. Protocolos. I.
Figueiró, Giuliano Moraes. II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Medicina Veterinária. III.
Título.

Marcos Maciel Maba

**REVISÃO BIBLIOGRÁFIA: BASES FISIOLÓGICAS E DADOS SOBRE A
INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM TEMPO FIXO (IATF)**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Médico Veterinário e aprovado em sua forma final.

Curitibanos, 03 de Dezembro de 2018

Prof. Dr. Alexandre de Oliveira Tavela
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Giuliano Moraes Figueiró
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ms. André Lucio Fontana Goetten
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Luiz Ernani Henkes
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

À minha família que sempre foi meu alicerce e esteve presente em todos os momentos, em especial aos meus pais Marlo Maciel Maba e Catiana Zabel Maba, a estes serei eternamente grato e espero retribuir todo o amor que me foi dado.

Aos meus amigos, que em diversos momentos me proporcionaram momentos felizes e de descontração, que foram de suma importância para que minha caminhada acadêmica fosse mais fácil.

Aos professores e técnicos que se dispuseram a compartilhar seus conhecimento com nós alunos, que foram extremamente atenciosos e que buscaram nos ajudar em nossas dificuldades, além de suprir a falta de infraestrutura da faculdade das mais diversas formas, em especial ao Giuliano Moraes Figueiró que sempre me orientou da melhor forma possível, ao professor Alexandre de Oliveira Tavela, ao Médico Veterinário André Lúcio Fontana Goetten pelo companheirismo e pelas lições passadas e aos professores Marcos Henrique Barreta, Valério Marques Portela e Luiz Ernani Henkes por terem me apresentado parte do mundo da reprodução animal.

As empresas que me proporcionaram a oportunidade de realizar meus estágios extracurriculares e curriculares, sendo estas a GeraEmbryo, Geneplan Reprodução Bovina e RG Genética Avançada.

A todos que de alguma maneira me auxiliaram nesta caminhada e me possibilitaram a realização deste sonho que é a de eu estar me formando em Medicina Veterinária.

Muito Obrigado.

RESUMO

Neste trabalho de conclusão de curso de Bacharel em Medicina Veterinária, foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a inseminação artificial em tempo fixo (IATF). Nesta revisão são apresentadas as bases fisiológica e hormônios que controlam o ciclo estral e a reprodução das fêmeas bovinas, além disso são apresentados dados sobre o crescimento da IATF no Brasil. Também são demonstrados protocolos e algumas das vantagens que envolvem esta biotecnologia da reprodução, além de cuidados necessários durante a execução dos manejos e também cuidados referentes aos animais submetidos aos protocolos.

Palavras chave: IATF. Reprodução Bovina. Protocolos. Fisiologia da Reprodução.

ABSTRACT

In this study, a bibliographical review on fixed time artificial insemination (FTAI) was carried out and the physiological and hormonal bases controlling the estrous cycle and the cow reproduction are presented. In addition, data on the growth of FTAI in Brazil are reported and some protocols are discussed as well as, some of the advantages involved in the uses of this biotechnology of reproduction and the necessary care during the execution of the procedures and the management of the animals submitted to the protocols.

Keywords: FTAI. Bovine Reproduction. Protocols. Physiology of Reproduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem demonstrando as 4 etapas do ciclo estral (Proestro, Estro, Metaestro e Diestro) e as variações hormonais ao longo deste.	16
Figura 2: Imagem apresentando as etapas da onda folicular (Recrutamento, Seleção e Dominância) e o momento da ovulação.	17
Figura 3: Gráfico demonstrado a interação entre os principais hormônios reguladores da reprodução bovina.	19
Figura 4: Imagem demonstrando o protocolo de 3 manejos, seus respectivos dias de manejo e medicamentos a serem administrados.	22
Figura 5: Imagem demonstrando o protocolo de 3 manejos com duas aplicações de PGF _{2α}	22
Figura 6: Imagem demonstrando o protocolo de 4 manejos, seus dias de manejos e medicamentos aplicados.	23
Figura 7: Imagem demonstrando o protocolo, com seus respectivos dias de manejos e medicamentos a serem aplicados.	24
Figura 8: Imagem demonstrando o protocolo utilizando GnRH como indutor de ovulação.	24
Figura 9: Figura demonstrando o protocolo com LH como indutor de ovulação.	25
Figura 10: Figura demonstrando o protocolo Ovsynch®.	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASBIA – Associação Brasileira de Inseminação Artificial

BE – Benzoato de Estradiol

CE – Ciclo Estral

CEP – Cipionato de Estradiol

CL – Corpo Lúteo

E2 – Estrógeno

eCG – Gonadotrofina Coriônica Equina

FSH – Hormônio Folículo Estimulante

GnRH – Hormônio Liberador de Gonadotrofina

IA – Inseminação Artificial

IATF – Inseminação Artificial em Tempo Fixo

LH – Hormônio Luteinizante

P4 – Progesterona

PGF_{2α} - Prostaglandina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Ciclo Estral da Vaca	14
2.1.1 Estro.....	14
2.1.2 Metaestro	15
2.1.3 Diestro	15
2.1.4 Proestro.....	15
2.2 Dinâmica Folicular	16
2.3 Hormônios Relacionados a Reprodução.....	17
2.4 Controle Endócrino do Ciclo Estral.....	18
2.5 Inseminação Artificial em Tempo Fixo.....	19
2.5.1 Protocolos	20
2.5.2 Protocolo de 3 manejos	21
2.5.3 Protocolo de 3 manejos com duas doses de PGF _{2α}	22
2.5.4 Protocolo de 4 manejos	23
2.5.5 Protocolo de 4 manejos com BE como indutor de ovulação.....	23
2.5.6 Associação entre P4, BE e GnRH como indutor de ovulação.....	24
2.5.7 Associação ente P4, BE e LH pra induzir a ovulação	25
2.5.8 Protocolo Ovsynch®	25
2.6 Cuidados Relacionado a IATF.....	26
2.6.1 Manejo Alimentar.....	26
2.6.2 Manejo Ambiental	26
2.6.3 Manejo Sanitário	26

2.6.4	Cuidados com os Produtos Utilizados na IATF	27
3.	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

A população mundial e a demanda por alimentos crescem rapidamente ao longo dos anos e segundo previsões, a população mundial no ano de 2050 alcançara a marca de 9,8 bilhões de habitantes (FAO, 2017). Ainda de acordo com a FAO, no ano de 2050, a demanda de alimentos será 70% maior que a atual, e o consumo de carne terá um acréscimo de 200 milhões de toneladas.

Este crescimento no mercado mundial de carne, traz novas exigências por parte da indústria e consumidores, tais como: maior segurança alimentar através de rastreabilidade e de certificações sanitárias e aumento da qualidade dos produtos (PESSUTI; MEZZADRI, 2004).

Com isto em vista, a produção de carne bovina vem se especializando e cada vez se torna mais desafiadora, buscando estratégias que aumentem a produtividade para garantir maior rentabilidade econômica, como por exemplo o melhoramento genético do rebanho, aumento das taxas de prenhez, menor idade de abate, dentre outras.

Pois assim como em qualquer outro negócio, os grandes desafios da pecuária são de minimizar ao máximo os custos de produção, otimizar a utilização de matérias primas, insumos e espaço e obter o máximo de produtividade com retorno (ARAÚJO et al., 2012).

Do ponto de vista econômico, o desempenho reprodutivo de um rebanho pode ser até cinco vezes mais importante do que o ganho de peso e de até dez vezes mais importantes do que a qualidade da carcaça dos indivíduos, se mostrando assim uma etapa crucial na produção de carne bovina (TRENKLE; WILHAM, 1977).

Em 2014 o rebanho brasileiro atingiu a marca de 212,3 milhões de cabeças, no ano de 2013 a Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA) constatou um total de 56,42 milhões de animais em fase reprodutiva, dos quais 12,8% são inseminados. Em relação aos outros países o Brasil já é o maior mercado de inseminação artificial em tempo fixo (IATF) do mundo (ASBIA, 2017).

Devido as suas vantagens a IATF vem crescendo nos últimos anos. Atualmente a técnica é responsável por 85% do total das inseminações e movimenta cerca de 2,6 bilhões de reais por ano. Como a porcentagem de bovinos inseminados ainda é baixa, a expansão da técnica tende a crescer ainda mais (BLECHER, 2017).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ciclo Estral da Vaca

O ciclo estral (CE) é definido como o intervalo entre um estro e outro (BINELLI et al, 2001), este que é um padrão rítmico e contínuo, acontecendo em intervalos regulares, sua duração pode ser de 18 a 24 dias, sendo a média de 21 dias. O ciclo estral ocorre regularmente durante o ano inteiro nas vacas, sendo somente interrompido durante a gestação, no período pós-parto, em casos de subnutrição severa ou devido a patologias que afetem o sistema reprodutivo da fêmea (FERREIRA, 2010).

O CE pode ser dividido em duas fases distintas, de acordo com a estrutura presente no ovário e o hormônio predominante. Estas fases são a fase folicular ou estrogênica, onde temos a regressão corpo lúteo e consequente queda da progesterona, formação do folículo e liberação de estrógeno, correspondendo a aproximadamente 20% do ciclo estral. A outra é a fase luteal ou progesterônica, onde ocorre a ovulação, formação do corpo lúteo, queda do estrogênio e aumento da progesterona, correspondendo a 80% do ciclo estral (SENGER, 2003).

O CE também pode ser dividido mais detalhadamente em 4 fases, o conhecimento destas fases, das alterações fisiológicas e anatômicas que ocorrem durante estas é de suma importância, para que o veterinário saiba agir de acordo (RATHBONE et al, 2001). As 4 fases são:

2.1.1 Estro

O estro é a fase onde se tem os sintomas visíveis comportamentais de cio e receptividade sexual, alguns destes seriam o aceito da monta, vocalização exacerbada, locomoção acentuada, corrimento muco cristalino da vulva, dentre outros. A duração do estro varia de 6 a 21 horas, sendo que esta é a fase onde há a receptividade sexual da fêmea com aceitação ao macho (GONZÁLEZ, 2002).

Nesta fase as concentrações de estrógeno se encontram muito elevadas, os picos de hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH) também estão altos, enquanto a concentração de progesterona (P4) se encontra baixa. No ovário, observa-se a presença de um folículo pré ovulatório e ausência de corpo lúteo (CL) (WATHES et al, 2003).

2.1.2 Metaestro

Esta fase é marcada pela ovulação, e dura da ovulação até o quinto dia do ciclo estral. Considerada uma fase progesterônica, pois após a ovulação se inicia a formação do corpo lúteo e produção de progesterona, as concentrações de estrógeno (E2) começam a decair (SENGER, 2003). Nesta fase o corpo lúteo ainda não responde à prostaglandina ($\text{PGF}_{2\alpha}$), devido à falta de receptores específicos para este hormônio (MOORE; THATCHER, 2006).

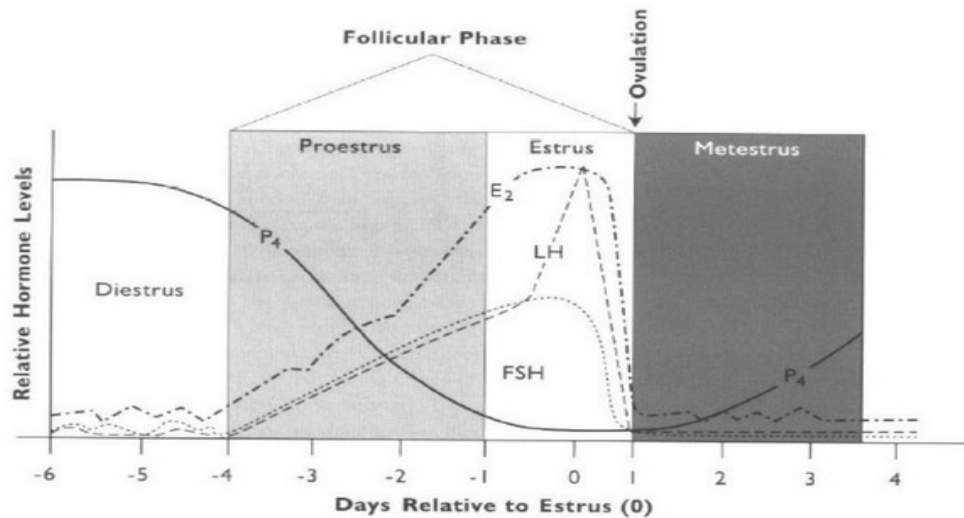
2.1.3 Diestro

Período em que o corpo lúteo está ativo e produzindo P4. Esta é a maior fase do CE e dura aproximadamente 12 dias, nesta fase o CL é responsivo a $\text{PGF}_{2\alpha}$. O corpo lúteo é um órgão endócrino temporário que funciona durante a gestação para a manutenção de progesterona ou durante o diestro em animais ciclando (GONZÁLEZ, 2002).

2.1.4 Proestro

Fase em que ocorre a lise do CL e conseqüentemente queda na concentração de P4 e as taxas de E2 começam a subir, nesta fase ocorre a maturação folicular que dará origem ao folículo dominante. Esta fase tem duração de 3 a 5 dias (FERREIRA, 2010).

Figura 1: Imagem demonstrando as 4 etapas do ciclo estral (Proestro, Estro, Metaestro e Diestro) e as variações hormonais ao longo deste.



Fonte: Adaptado de Mv. Dr. Juan Villanueva de la cruz

2.2 Dinâmica Folicular

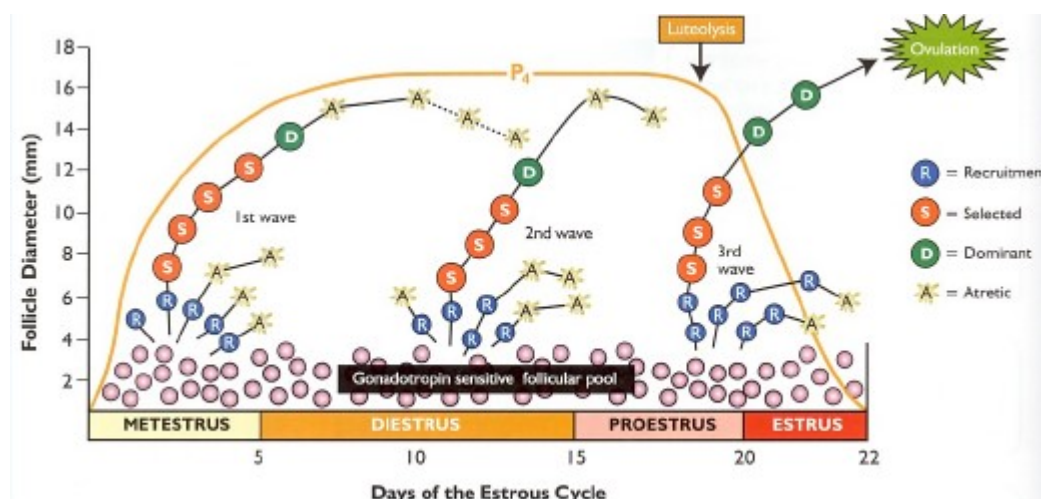
Dinâmica folicular é um processo contínuo, onde constantemente temos o crescimento e regressão de folículos, ao final do ciclo temos um folículo ovulatório ou atresia do folículo e após estes eventos ocorre reinício de uma nova onda folicular (BORGES et al, 2004).

O crescimento folicular ocorre em ondas foliculares, e cada onda envolve o crescimento e/ou desenvolvimento sincronizado de um grupo de folículos. Destes, um irá se tornar dominante, atingir maior diâmetro e ovular, além de suprimir o crescimento dos outros folículos (NOSIER, 2003). O número de ondas foliculares durante o ciclo estral varia de uma a quatro ondas, sendo mais comumente 2 a 3 (ADAMS; JAISWAL, 2008).

A onda folicular pode ser dividida em 3 etapas, a primeira etapa o recrutamento, onde um grupo de folículos primordiais inicia o crescimento, sendo independente de gonadotrofinas (MIYANO, 2003). Depois se tem a etapa de seleção, aqui ocorre uma redução no número de folículos que anteriormente foram recrutados, pois ocorre uma seleção e somente alguns folículos continuam a crescer. Nesta fase começa a ocorrer a redução do FSH e aumento do LH. A última etapa seria a de dominância, onde o folículo de maior diâmetro adquire a capacidade de inibir o crescimento dos demais através da produção de inibina que reduz a concentração de FSH. Este folículo também é o primeiro a desenvolver receptores

para LH, tornando-se apto a ovular num momento posterior a um pico de LH (BEG; GINTHER, 2006).

Figura 2: Imagem apresentando as etapas da onda folicular (Recrutamento, Seleção e Dominância) e o momento da ovulação.



Fonte: Adaptado de University of Nebraska – Lincoln.

2.3 Hormônios Relacionados a Reprodução

O conhecimento do ciclo estral e do papel desempenhado por cada hormônio envolvido no controle do ciclo estral é de suma importância para subsidiar a escolha de qual, quando e como utilizar cada uma das alternativas disponíveis no mercado, a fim de otimizar o manejo reprodutivo dos bovinos (FERREIRA, 2010).

A fisiologia da reprodução na fêmea bovina é controlada pela relação entre hipotálamo, hipófise, ovários e útero. No hipotálamo é produzido o hormônio liberador de gonadotrofinas (GnRH), este hormônio é responsável por estimular a hipófise a liberar FSH que está diretamente ligado ao crescimento folicular, e liberação de LH, que estimula a ovulação do folículo dominante e atua na formação do corpo lúteo (FERREIRA, 2010).

Após a ovulação, no local onde esta ocorreu, irá ocorrer a formação do corpo lúteo que é responsável pela produção e liberação de Progesterona (P4), hormônio que é responsável por inibir (*feedback* negativo) a liberação de GnRH, preparar o endométrio para a implantação e manutenção da prenhez (FERREIRA, 2010).

O Estrógeno (E2), é produzido no ovário, e atua no sistema nervoso central, induzindo assim o comportamento de cio na fêmea, induz o pico pré-ovulatório de LH na ovulação e pode causar atresia folicular, dentre outras funções (FERREIRA, 2010).

A Prostaglandina F2 alfa (PGF_{2α}) produzida principalmente pelo endométrio, é responsável pela lise do corpo lúteo e contração uterina. A PGF_{2α} também é produzida pela placenta na ocasião do parto (FERREIRA, 2010).

2.4 Controle Endócrino do Ciclo Estral

O GnRH é sintetizado e secretado em dois centros diferentes do hipotálamo. Um centro secreta este hormônio de forma contínua, enquanto que o outro centro libera grandes quantidades de uma única vez, controlando assim a onda pré-ovulatória, através do eixo hipotalâmico-hipofisário, atingindo a hipófise anterior e estimulando a liberação de FSH e LH, que por sua vez caem na corrente sanguínea e chegam aos ovários, mais especificamente nos folículos, aonde o FSH irá atuar na maturação destes (BURATINI, 2007).

Com a maturação dos folículos, há a produção de estradiol, que via corrente sanguínea chega ao hipotálamo causando um feedback negativo no centro de secreção contínua de GnRH e um feedback positivo no centro pré-ovulatório e na hipófise (FORTUNE et al, 2004).

Quando a quantidade de estrógeno atinge um certo nível, ocorre a sensibilização das áreas superiores do sistema nervoso central, levando a fêmea a manifestar os sinais do cio (FURTADO et al, 2011), além de provocar feedback positivo sobre o GnRH (BURATINI, 2007). Nesta fase, os folículos começam a produzir inibina, que fará feedback negativo sobre a liberação de FSH na hipófise, impedindo o crescimento folicular (STABENFELDT; EDQVIST, 1996).

Neste momento ocorre a diferenciação no crescimento e no desenvolvimento entre os folículos subordinados e o folículo dominante, sendo que o folículo dominante passa a apresentar receptores e ser dependente de LH, enquanto que os outros folículos regredem, devido a baixa da concentração de FSH e por serem dependentes deste (BURATINI, 2007).

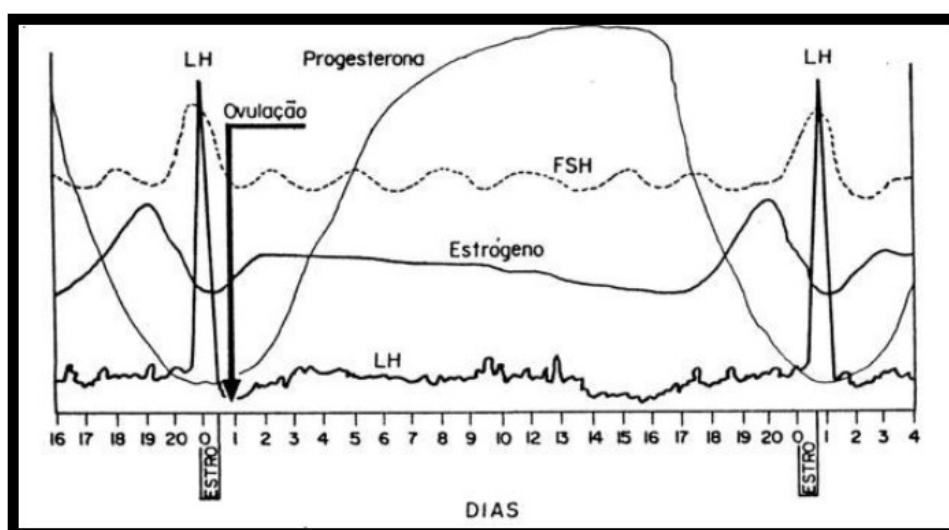
No momento da ovulação (que ocorre no metaestro), o centro hipotalâmico pré-ovulatório libera uma grande quantidade de GnRH, que estimula a hipófise a liberar um pico

de LH (BURATINI, 2007). As células remanescentes do folículo sofrem um processo de luteinização, formando o corpo lúteo (CL) que será responsável pela produção de P4 (HAFEZ; HAFEZ, 2004). O CL irá atingir sua competência 5 dias após sua formação (MORAES et al, 2001).

Com a progesterona em níveis elevados na circulação, ocorre um feedback negativo sobre o hipotálamo, mantendo a secreção de GnRH em níveis basais, assim os níveis de FSH e LH também se mantem em baixa (FURTADO et al, 2011).

Nas vacas que não ficarem gestantes dentro de 10 a 15 dias após a formação do corpo lúteo, haverá a síntese de $\text{PGF}_{2\alpha}$, que tem a função de lisar o corpo lúteo, diminuindo a concentração de progesterona, e consequente liberação da síntese de GnRH, LH e FSH (BARUSELLI, 2000).

Figura 3: Gráfico demonstrado a interação entre os principais hormônios reguladores da reprodução bovina.



Fonte: Embrapa Gado de Corte.

2.5 Inseminação Artificial em Tempo Fixo

Os protocolos de IATF visam induzir a emergência de uma nova onda folicular, controlar a duração desta até o estágio pré-ovulatório, controlar a inserção e a retirada da fonte de progesterona exógena (dispositivo intravaginal) e endógena (corpo lúteo e o processo de luteólise) e induzir a ovulação sincronizada de todos os animais em um mesmo momento, simulando e controlando assim o ciclo estral das vacas (CASTILHO, 2015).

A IATF possibilita que as vacas sejam inseminadas e se tornem gestantes ainda no começo da estação de monta, aumentando a eficiência reprodutiva do rebanho e diminuindo o período de serviço (MOREIRA, 2002).

Com esta biotecnologia da reprodução, todo o manejo reprodutivo fica sob o controle do produtor, sendo possível inseminar até 700 vacas/dia e descartando a observação de cio, podendo programar o dia da inseminação que melhor se adapte a agenda da propriedade, programar o nascimento dos bezerros com épocas em que haja disponibilidade de pastagens, obter um melhor aproveitamento da mão-de-obra, escolher qual genética será utilizada para emprenhar as vacas, dentre outras vantagens (BARUSELLI et al, 2004). Estudos ainda demonstram que animais provenientes dos protocolos de IATF desmamam até 20 kg mais pesados, e da desmama até o abate estes animais ganham 15 kg de carcaça a mais que animais provenientes da cobertura natural (BARUSELLI et al, 2017).

Nos rebanhos leiteiros estima-se que a IATF reduza em um mês o intervalo entre partos, aumentando em até 10% a produção anual de leite, além de adicionar cerca de 300 litros de leite por lactação da progênie. Assim, estima-se que a IATF seja responsável por um acréscimo de R\$ 2,6 bilhões de reais na cadeia de carne bovina e dos laticínios (BARUSSELI et al, 2017).

Outra vantagem da utilização de protocolos de IATF é o fato destes induzirem o ciclo estral, fazendo com que vacas que estejam em anestro no período pós-parto voltem a ciclar, aumentando assim a taxa de concepção do rebanho, fazendo que seja possível os produtores alcançarem a marca de um bezerro por vaca ao ano (CASAGRANDE, 2006).

2.5.1 Protocolos

Muitos protocolos de IATF já foram e continuam sendo disponibilizados no mercado. Medicamentos de diversas marcas estão à disposição dos médicos veterinários, o que por vezes, pode acabar gerando dúvidas ao início da estação de monta sobre qual protocolo e qual marca utilizar. Atualmente no mercado a maioria das empresas fornecem produtos de boa qualidade. Entretanto, deve-se atentar para as dosagens corretas e formas de manipulação e aplicação destes, além disto, para o sucesso dos protocolos outros fatores devem receber à devida atenção, como escore corporal do lote a ser implantado, categoria do lote (vacas solteiras, vacas paridas ou novilhas), dentre outras.

Em 2016, a IATF atingiu a marca de 11 milhões e 34 mil protocolos realizados, o que representou um aumento de 5,1% em relação ao ano de 2015. Ainda segundo a ASBIA (2017), no ano de 2017 a IATF correspondeu a 85% das inseminações realizadas no Brasil (BARUSSELI et al, 2017).

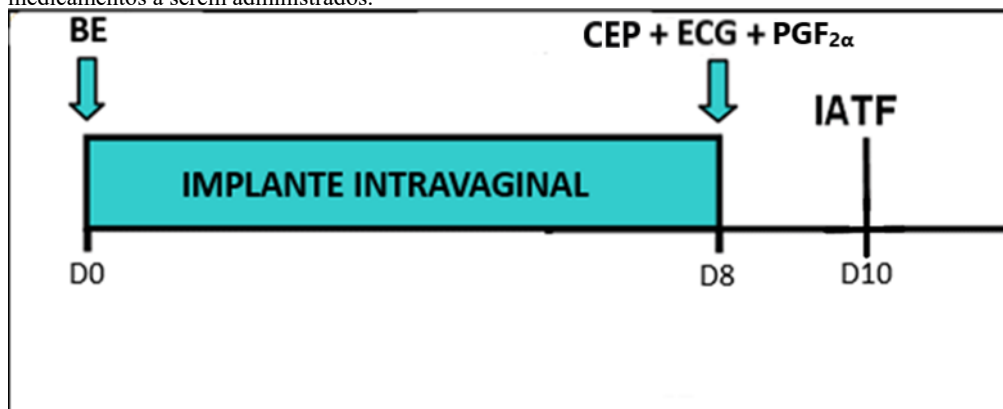
Atualmente as taxas de prenhez quando utilizados protocolos de IATF de forma correta, giram em torno de 50%, podendo atingir 60% ou mais em propriedades com manejo sanitário, nutricional e reprodutivo excepcionais (BARUSELLI, 2013).

A seguir serão explanados alguns dos principais protocolos de IATF utilizados hoje em dia no mercado para bovinos de corte.

2.5.2 Protocolo de 3 manejos

Um dos protocolos mais utilizados hoje em dia, principalmente para vacas multíparas, como o próprio nome já sugere o protocolo é constituído de 3 manejos, sendo estes realizados no D0 onde é implantado o dispositivo intravaginal de progesterona e realizada a aplicação de benzoato de estradiol (BE) para que ocorra o crescimento de uma nova onda folicular, D8 que ocorre a retirada do dispositivo e aplicação da prostaglandina para que se tenha a luteólise e redução dos níveis de P4, e a aplicação de gonadotrofina coriônica equina (eCG) (este que não é obrigatória sua aplicação, sua recomendação é principalmente para vacas que estejam com o escore corporal baixo pois auxilia no desenvolvimento do folículo ao estimular a liberação de FSH e LH) e cipionato de estradiol (CEP) que será responsável pela sincronização da ovulação ao induzir um pico de LH, no D10 onde é realizada a inseminação. Este protocolo ainda pode sofrer alterações, como a administração do eCG que já foi citada, ou o dia da retirada do dispositivo intravaginal, que pode ser realizada no D8 ou D9, acompanhada da administração dos demais medicamentos (BARUSELLI et al, 2017) (FURTADO et al, 2011).

Figura 4: Imagem demonstrando o protocolo de 3 manejos, seus respectivos dias de manejo e medicamentos a serem administrados.

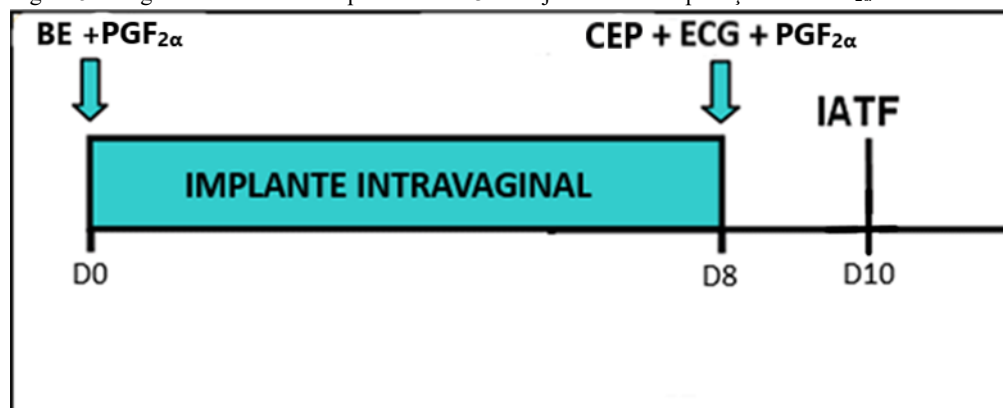


Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011.

2.5.3 Protocolo de 3 manejos com duas doses de $PGF_{2\alpha}$

Outra alternativa de protocolo utilizada em campo seria o protocolo de 3 manejos como demonstrado anteriormente, porém é adicionada uma dose a mais de Prostaglandina ao protocolo, neste a $PGF_{2\alpha}$ é realizada no D0 e no dia da retirada do implante D8 ou D9, assim a inclusão de uma dose a mais de $PGF_{2\alpha}$ reduz as concentrações de P4 durante o protocolo, melhorando a fertilidade. Este protocolo exclui uma manipulação do animal em relação ao protocolo de 4 manejos, já que neste não é realizado o manejo de D7. Este protocolo é recomendado para vacas solteiras, onde seu ciclo estral é desconhecido (BARUSELLI et al, 2017).

Figura 5: Imagem demonstrando o protocolo de 3 manejos com duas aplicações de $PGF_{2\alpha}$.



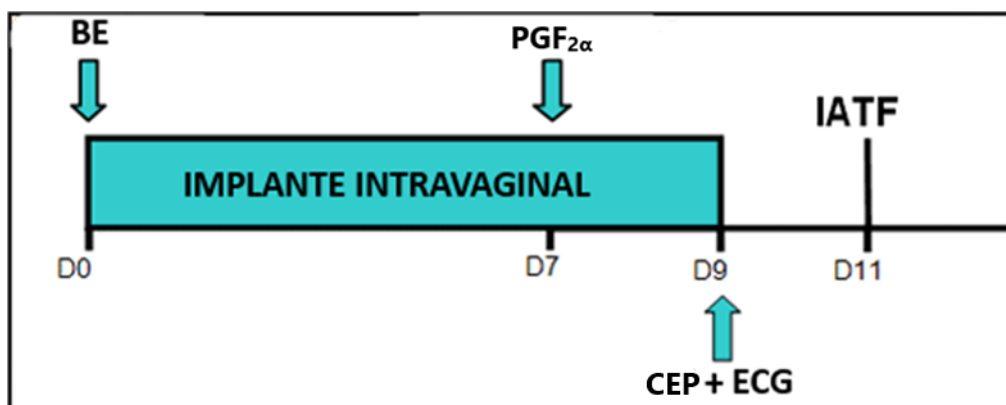
Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011.

2.5.4 Protocolo de 4 manejos

Protocolo muito similar ao anterior, porém neste a adição de um manejo, no D0 é implantado o dispositivo intravaginal de progesterona e aplicado benzoato de estradiol, no D7 é realizada a aplicação da prostaglandina, no D9 a retirada do progestagênio e aplicação de cipionato de estradiol e eCG, D11 é realizada a inseminação.

Este protocolo tem sido recomendado para novilhas e primíparas, pois como a prostaglandina é administrada dois dias antes da remoção do dispositivo de progesterona e a aplicação de CEP e eCG, ocorre uma redução nos níveis de P4, isso estimula a pulsatilidade de LH, que tem como consequência um melhor crescimento do folículo dominante, ressaltando que quanto maior o folículo ovulatório maior será a chance da formação de um corpo lúteo mais responsivo (BARUSELLI et al, 2017).

Figura 6: Imagem demonstrando o protocolo de 4 manejos, seus dias de manejos e medicamentos aplicados.

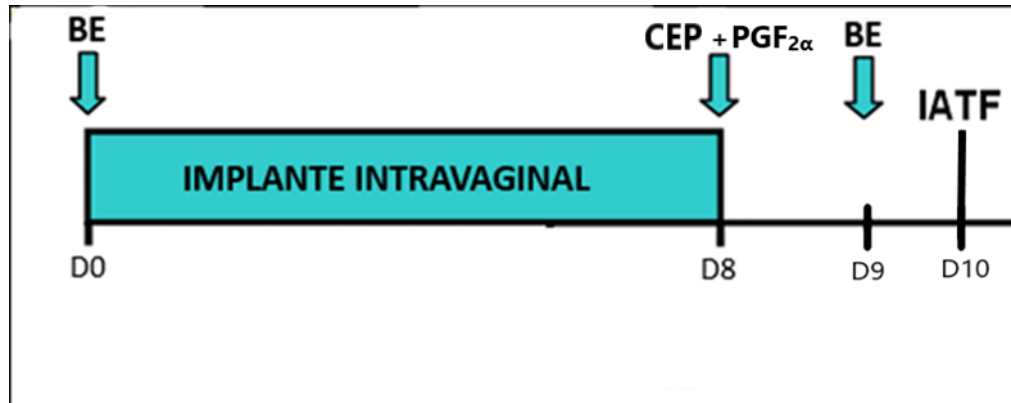


Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011.

2.5.5 Protocolo de 4 manejos com BE como indutor de ovulação

Neste protocolo o benzoato de estradiol é utilizado como indutor de ovulação e por este motivo ele acaba se tornando de 4 manejos, pois a aplicação do BE de ser realizada de 30 a 36 horas antes da IA. No D0 é realizada a aplicação do BE e do implante de progesterona, no D8 é retirado o implante e realizada a aplicação do eCG e PGF_{2α}, no D9 é realizada a nova aplicação de BE e no D10 a IA (FURTADO et al, 2011).

Figura 7: Imagem demonstrando o protocolo, com seus respectivos dias de manejos e medicamentos a serem aplicados.

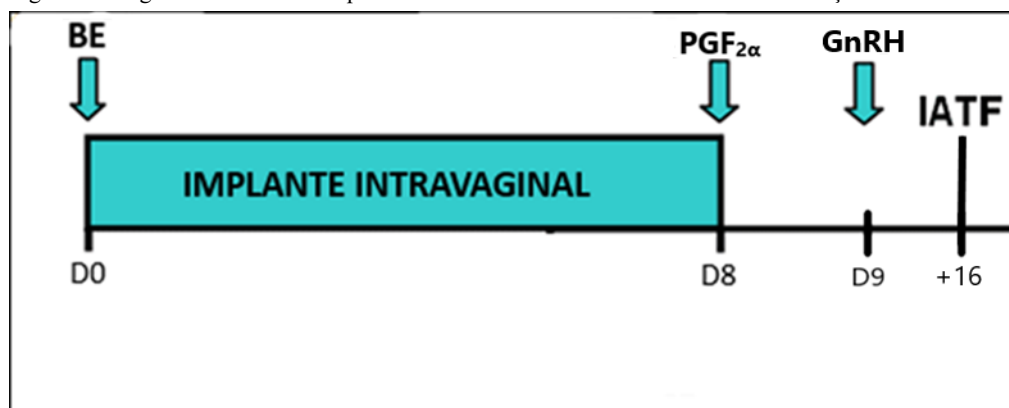


Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011.

2.5.6 Associação entre P4, BE e GnRH como indutor de ovulação

Quando comparado aos estrógenos, o GnRH possui uma atuação mais rápida sobre a ovulação, pois este atua diretamente sobre a hipófise, liberando assim um pico de LH que será responsável por aturar no folículo pré-ovulatório, neste protocolo a inseminação ocorre 16 horas após a aplicação do indutor (FURTADO et al, 2011).

Figura 8: Imagem demonstrando o protocolo utilizando GnRH como indutor de ovulação.

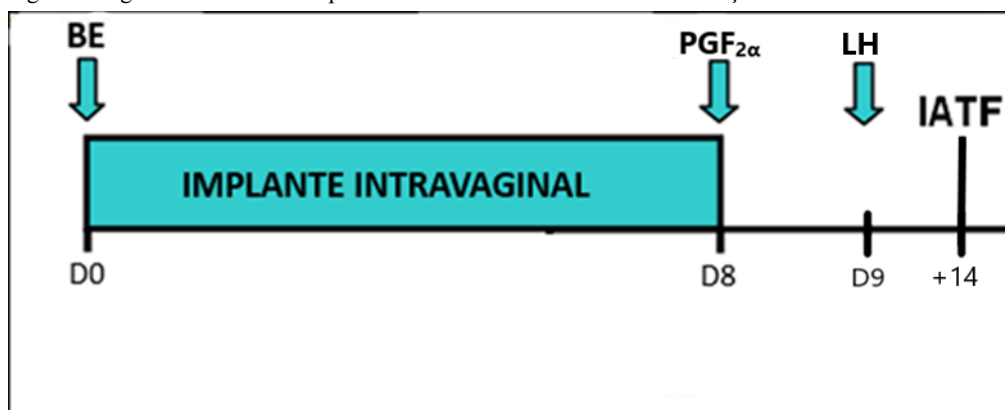


Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011.

2.5.7 Associação ente P4, BE e LH pra induzir a ovulação

O LH quando utilizado como indutor de ovulação, atua diretamente sobre o folículo pré-ovulatório, induzindo a ovulação dentro de 14 a 16 horas após a sua administração (FURTADO et al, 2011).

Figura 9: Figura demonstrando o protocolo com LH como indutor de ovulação.

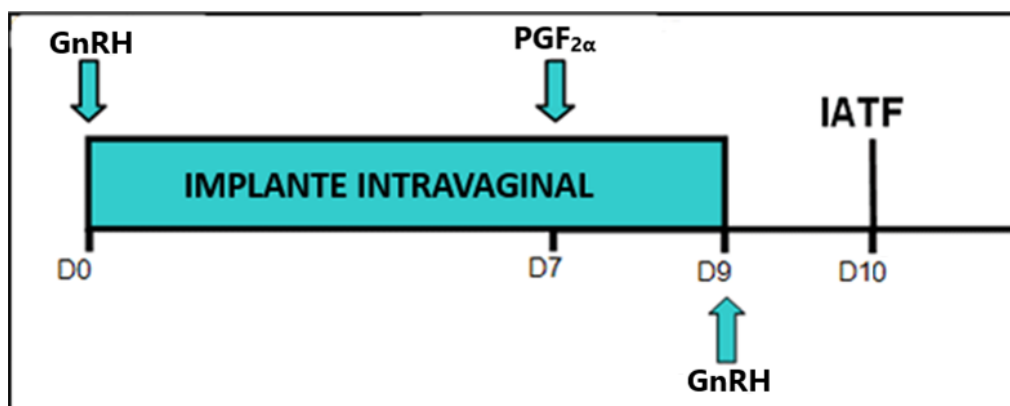


Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011

2.5.8 Protocolo Ovsynch®

Protocolo que consiste na aplicação de duas doses de GnRH, a primeira aplicação é realizada no D0, esta aplicação induz uma grande síntese de LH, que terá como consequência a ovulação ou atresia de um provável folículo dominante, dando surgimento a uma nova onda folicular ou formação de um corpo lúteo. No D7 então é aplicado uma dose de $\text{PGF}_{2\alpha}$, no D9 é realizada a segunda aplicação de GnRH e de 16 a 24 horas após esta aplicação a IATF pode ser realizada (FURTADO et al, 2011).

Figura 10: Figura demonstrando o protocolo Ovsynch®.



Fonte: Adaptado de Furtado et al, 2011

2.6 Cuidados Relacionado a IATF

Para que os resultados da IATF sejam satisfatórios, uma série de medidas e cuidados devem ser tomados, estes cuidados compreendem desde a manipulação e armazenamento dos produtos utilizados na realização dos protocolos, desde cuidados que envolvam os animais individualmente ou em rebanho, como a disponibilidade de alimento e água para estes, a seguir serão citados alguns cuidados que devemos ter para obtermos melhores resultados da inseminação artificial em tempo fixo.

2.6.1 Manejo Alimentar

Para atingir índices reprodutivos satisfatórios, é de extrema importância que os animais se encontrem em bom estado corporal, pois a atividade cíclica ovariana só ocorrerá em vacas que estiverem com o balanço energético positivo, já que a reprodução é uma das últimas prioridades do animal, além disso devemos dar atenção ao fornecimento de sal mineral, para que o animal tenha a sua disposição os nutrientes necessários as suas atividades reprodutivas (CASTILHO, 2015).

2.6.2 Manejo Ambiental

O conforto animal interfere diretamente na reprodução animal dos animais, alguns aspectos como disponibilidade de bebedouros e qualidade de água, acesso a áreas sombreadas, contribuem ativamente para o controle do estresse térmico, o que contribui para a concepção e manutenção da gestação. Presença de predadores como cachorros por exemplo, ou manejos estressantes, podem elevar as taxas de cortisol dos animais e comprometer a reprodução, o comportamento estral e ovulação das vacas (CASTILHO, 2015).

2.6.3 Manejo Sanitário

Deve-se salientar a importância de se avaliar a saúde geral do rebanho, pois existem doenças que podem afetar diretamente a reprodução dos animais por causarem abortos e percas embrionárias, como por exemplo a leptospirose, a rinotraqueíte bovina, a diarreia viral bovina, dentre outras doenças, além daquelas que podem afetar indiretamente a reprodução, pois podem levar a quadros de febre, anemia, e outros sinais clínicos, que afetam a saúde animal e a sua capacidade reprodutiva. Por este motivo se faz importante a realização de exames anuais e da utilização de programas de vacinação (CASTILHO, 2015). Vale ressaltar a importância dos endo e ectoparasitas, que comprometem o desempenho do rebanho, para estes também devem ser tomadas estratégias de controle.

2.6.4 Cuidados com os Produtos Utilizados na IATF

Durante e após os protocolos de IATF alguns cuidados devem ser tomados com a manipulação, aplicação e armazenamento dos medicamentos e produtos utilizados. Quanto aos medicamentos, estes devem ser manipulados com a utilização de luvas, para evitar que haja contato direto da pele com estes, estes devem ser mantidos em locais secos, ao abrigo da luz e no caso do eCG deve ser mantido refrigerado, devem ser utilizadas seringas pequenas, que variem de 1 a 5 ml, e agulhas finas como a 40x12 ou a 30x8, para melhor manipulação e precisão das doses a serem aplicadas. O eCG, após diluído, deve ser congelado caso venha a ser armazenado doses restantes. No dia do implante dos progestágenos, os implantes devem estar limpos e em boas condições de uso, no momento de sua aplicação deve-se evitar o contato deste com sujeiras e muito menos carrear fezes para dentro da vagina da vaca. Os implantes de P4, após retirados das vacas, devem ser lavados em água corrente e com auxílio de Kilol® ou CB-30®, retirando resíduos que possam ter ficados aderidos a este, após a lavagem devem ser secados na sombra e armazenados em local adequado (CASTILHO, 2015).

Quanto aos cuidados no dia da inseminação, devemos nos ater ao tempo de descongelamento das doses de sêmen e da temperatura da água na qual estas estão sendo descongeladas, a higiene neste manejo também é de extrema importância, o técnico responsável por descongelar as doses e montar o aplicador deve estar com as mãos limpas e manipular corretamente os equipamentos, no momento da introdução do aplicador, este não deve entrar em contato com fezes ou outras sujidades (CASTILHO, 2015).

Outro fator muito importante seria em relação a qualidade dos produtos utilizados nos protocolos, devemos sempre nos atentar a validade destes e avaliar se foram bem armazenados e manipulados.

Na IATF é de suma importância que tudo seja devidamente anotado (dose dos medicamentos utilizados, quais medicamentos estão sendo usados, horário de início e final do manejo que está sendo realizado, quem é o técnico responsável pelo manejo, índice de escore corporal dos animais, raça, identificação do lote, no dia da inseminação anotar qual touro e partida estão sendo utilizadas, dentre outras informações) para que possamos controlar todos os processos e eventuais erros que venham a acontecer, por isso é importante que seja possível a identificação de cada animal, seja por brinco, marca a fogo ou qualquer outro método de identificação, assim podemos anotar os manejos, produtos utilizados e possíveis observações de forma individual, com isto também será possível o monitoramento do rebanho e da eficiência reprodutiva deste, de acordo com as estratégias que foram utilizadas.

A formação de lotes também um processo importante para a IATF, podem ser formados lotes de vacas solteiras, novilhas, primíparas, e vacas paridas (30 dias ou mais de pós-parto) para que possamos traçar estratégias diferentes, que melhor se adaptem as necessidades de cada grupo.

3. CONCLUSÃO

A eficiência reduzida do rebanho bovino brasileiro, tanto de corte como de leite, principalmente no quesito reprodutivo, ainda é um fator limitante para o crescimento sustentável destas cadeias de produção pois, a produção de bezerro por vaca ao ano e a idade com que as novilhas iniciam sua vida reprodutiva ainda estão muito abaixo do esperado (BARUSSELI et al, 2017).

A inseminação artificial foi sem dúvida um grande passo para o melhoramento genético bovino, porém, uma das grandes limitações da técnica foram as falhas associadas a observação de cio, o que prejudica a performance reprodutiva do rebanho, aumentando o intervalo entre partos que acaba por diminuir o número de bezerros nascidos ao ano, devido a

este fato a IATF começou a ser utilizada em muitas propriedades, pois ela faz desnecessária a observação de cio (INFORZATO et al, 2008).

Logo o conhecimento sobre os fundamentos endocrinológicos do ciclo estral bovino, nos permitiu que fossem criadas estratégias racionais como a IATF, com esta é possível controlar as fases da onda de crescimento folicular, o que nos facilita o manejo reprodutivo e aumenta a eficiência das operações pecuárias (BINELLI et al, 2006).

A IATF, é uma biotecnologia da reprodução que possibilita a sincronização da ovulação, o que proporcionou em muitas propriedades a otimização do manejo reprodutivo, fazendo com que houvesse um melhoramento genético do rebanho, além de maximizar os lucros., Além disto a técnica é responsável por diminuir os intervalos entre partos e maximizar os manejos da propriedade, já que por exemplo, no D0 do protocolo de IATF pode ser realizada a aplicação de antiparasitários, a IATF também possibilita que um maior número de fêmeas emprenhe no começo da estação de monta, consequentemente os bezerro iram nascer nas melhores épocas do ano, onde a disponibilidade de forragens é maior, o número de touros na propriedade também é reduzido quando a biotecnologia é empregada, dentre outras vantagens (INFORZATO et al, 2008).

O médico veterinário também deve estar ciente das desvantagens da IATF, para que possa alertar o pecuarista sobre tais, pois a técnica exige um mínimo de estrutura e materiais (se faz necessário um curral de manejo, um tronco de contenção, uma equipe para manipular o gado no curral e tronco, dentre outros) para sua execução e não podemos ter imprevistos ou surpresas nos dias de manejos (INFORZATO et al, 2008).

A utilização da IATF, quando realizada de forma correta, por profissionais capacitados, utilizando de produtos e sêmen de boa qualidade, em animais sadios, em bom estado corporal e em fazendas com infraestrutura adequada, permite-se aproveitar por inteiro o potencial reprodutivo do rebanho e a produção de carne seja elevada e haja um retorno econômico melhor aos produtores (JÚNIOR; TRIGO, 2015).

REFERÊNCIAS

ADAMS, G.P.; JAISWAL, R. Dinâmica folicular em bovinos: visão geral da história e atualização. **Acta Sci. Vet.**, v. 36, pag. 377-386, 2008.

ARAÚJO, E.P.; LEITE, E.B.; ALBERTI, X.R.; POLIZER, B.L. Comparativo Financeiro Entre a Inseminação Artificial e a Monta Natural na Bovinocultura de Corte, na Fazenda Três Corações, em Alta Floresta – MT. **REFAF Revista Eletrônica**. v. 1, n. 1, pag. 23, 2012.

Associação Brasileira de Inseminação Artificial (ASBIA). 2017. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br/novo/relatorios/>>.

Baruselli, P.S. **A sigla da qualidade superior dos bezerros**, IATF. Porto Alegre, n. 172, ano. 16, p. 12-18, 2013.

BARUSELLI, P. S. **Controle farmacológico do ciclo estral em ruminantes**. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de reprodução animal, Universidade de São Paulo, 2000.

BARUSELLI, P. S.; FERREIRA, R. M.; COLLI, M. H. A.; FILHO, M. F. S.; VIEIRA, L.; FREITAS, B. G. **Timed artificial insemination: current challenges and recente advances in reproductive efficiency in beef and dairy herds in Brazil**. Proceedings of the 31st Annual Meeting of the Brazilian Embryo Technology Society (SBTE); Cabo de Santo Agostinho – PE, Brasil, p. 14, 2017.

BARUSELLI, P. S.; MADUREIRA, E. H.; MARQUES, M. O.; RODRIGUES, C. A.; NASSER, L. F.; SILVA, R. C. P.; REIS, E. L.; SÁ FILHO, M. F. Efeito do tratamento com eCG na taxa de concepção de vacas Nelore com diferentes escores de condição corporal inseminadas em tempo fixo. **Acta Scientiae Veterinariae** 32 (suplemento), p. 228, 2004.

BEG, M. A.; GINTHER, O. J. Follicle selection in cattle and horses: role of intrafollicular factors. **Reproduction**, v. 132, pag. 365-377, 2006.

BINELLI, M.; IBIAPINA, B. T.; BISINOTTO, R. S. **Bases Fisiológicas, Farmacológicas e Endócrinas dos Tratamentos de Sincronização do Crescimento Folicular e da Ovulação**. Acta Scientiae Veterinariae, v. 34, pag 1-7, Rio Grande do Sul, 2006.

BINELLI, M.; THATCHER, W.W.; MATTOS, R. et al. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. **Theriogenology**, v. 56, pag. 1451-1463, 2001.

BLECHER, B. A fábrica de bezerros. **Globo Rural**, São Paulo, v. 384, n. 32, pag. 6, out. 2017. Mensal.

BORGES, A. M.; TORRES, C. A. A.; RUAS, J. R. M.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CARVALHO, G. R.; FONSECA, J. F.; MARCATTI NETO, A.; ASSIS, A. J. Dinâmica folicular e momento da ovulação em vacas não lactantes das raças Gir e Nelore durante duas estações do ano. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v.56, n.3, p.346-354, 2004.

BURATINI, J. Júnior. Controle endócrino e local da foliculogênese em bovinos. **Rev. Bras. Reprod. Anim.**, Belo Horizonte, v.31, n.2, p.190-196, 2007.

CASAGRANDE. **Sincronização de cio**. Out. 2006. Disponível em: <<http://www.sembra.com.br/sincronizacao.htm>>. Acesso em: 13 jul 2018.

CASTILHO, E. F. **Inseminação Artificial em Tempo Fixo (IATF) em Bovinos Leiteiros**. IEPEC, pag. 148-191, 2015.

FERREIRA, A.M. Reprodução da Fêmea Bovina: Fisiologia Aplicada e Problemas mais comuns (causas e tratamentos) / Ademir de Moraes Ferreira – Juiz de Fora, MG: Edição do Autor, 2010. pag. 422.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. Junho de 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>> Acesso em: 09 de Jul de 2018.

FORTUNE, J. E; RIVERA, G. M.; YANG, M. Y. Follicular development: the role of the follicular microenvironment in selection of the dominant follicle. **Anim Reprod Sci**, v.82-83, p.109-126, 2004.

FURTADO, D.A.; TOZZETTI, D.S.; AVANZA, M.F.B.; DIAS, L.G.G.G. Inseminação Artificial em Tempo Fixo em Bovinos de Corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, n. 16, pag. 25, 2011.

GONZÁLEZ, F.H.D. **Introdução a Endocrinologia Reprodutiva Veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 83 p.

HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. Ciclos Reprodutivos. In: HAFEZ, E. S. E; HAFEZ, B. **Reprodução Animal**, 7. ed. Barueri, SP: Ed. Manole, 2004. cap. 4, p. 55-67.

INFORZATO, G. R.; SANTOS, W. R. M.; CLIMENI, B. S. O.; DELLALIBERA, F. L.; FILADELPHO, A. L. Emprego da IATF (Inseminação Artificial em Tempo Fixo) como Alternativa na Reprodução da Pecuária de Corte. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. n. 11, pag 1-8, 2008.

JUNIOR, K. C. P.; TRIGO, Y. Inseminação Artificial em Tempo Fixo. **PubVet**, v. 9, n. 1, pag. 45-51, Maringá, 2015.

MIYANO, T. Brinding up small oocytes to eggs in pigs and cows. **Theriogenology**, v. 159, pag. 61-72, 2003.

MOORE, K.; THATCHER, W.W. Major advances associated with reproduction in dairy cattle. **J. Dairy Sci.**, v. 89, pag. 1254-1266, 2006.

MORAES, J. C. F.; SOUZA, C. J. H.; GONÇALVES, P. B. D. Controle do Estro e da Ovulação em Bovinos e Ovinos. In: GONÇALVES, P. B. D.; FIGUEIREDO, J. R.; FREITAS, V. J. F. **Biotécnicas Aplicadas à Reprodução Animal**, São Paulo: Livraria Varela, 2001. cap. 3, p. 25-55.

MOREIRA, R. J. C., **Uso do protocolo Crestar® em tratamentos utilizando benzoato de estradiol, PGF2 α , PMSG e GnRH para controle do ciclo estral e ovulação em vacas de corte**. 2002, 62f. Dissertação de Mestrado Piracicaba, 2002.

NOSIER, W.M.B. Ovarian follicular activity and hormonal profile during estrous cycle in cows: the development of 2 versus 3 waves. **Reprod. Biol. Endocrinol.**, v. 1, n. 50, pag. 1-6, 2003.

PESSUTI, O.; MEZZADRI, F. P. Atualidade e perspectivas da pecuária paranaense. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO ANIMAL APLICADA, 1., 2004, Londrina. **Anais...** Londrina: [s.n.], 2004. p. 21-27, 2004.

RATHBONE, M.J.; KINDER, J.E.; FIKE, K. Recent advances in bovine reproductive endocrinology and physiology and their impact on drug delivery system design for the control of the estrous cycle in cattle. **Adv. Drug Deliv. Ver.**, v. 50, pag. 277-320, 2001.

SENGER, P.L. Pathways to pregnancy and parturition. 2. Ed. Pullman, USA: Current Conceptions, 2003. 368 p.

STABENFELDT, G. H.; EDQVIST, L. E. Processos Reprodutivos da Fêmea. In: SWENSON, M. J.; REECE, W., **Dukes Fisiologia dos Animais Domésticos**, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. cap. 36, p. 615-644.

TRENKLE, A.; WILHAM, R.L. Beef production efficiency. **Science**, 198:1009. 1977.

WATHES, D.C.; TAYLOR, V.J.; CHENG, Z. et al. Follicle growth, corpus luteum function and their effects on embryo development in postpartum dairy cows. **Reproduction**, v. 61, pag. 219-237, 2003.